



La pradera de Santa Rosa en la Sierra de San Pedro Martir, Baja California, está rodeada de pinos jeffrey, con chaparral en las colinas. Fotografías de Richard Minnich.

LA PROTECCIÓN DE LA VEGETACIÓN Y LOS REGÍMENES DE INCENDIOS DE LA SIERRA DE SAN PEDRO MÁRTIR EN BAJA CALIFORNIA

Richard A. Minnich y Ernesto Franco-Vizcaíno

Introducción

EL AISLAMIENTO HISTÓRICO de la Sierra de San Pedro Mártir (SSPM) en el norte de Baja California ha servido para proteger los muy bien conservados ecosistemas mediterráneos de la zona. Un pastoreo tradicional, practicado desde la época de las misiones, le ha dado a la sierra una relación distintiva entre el hombre y la naturaleza dentro de la Provincia Florística Californiana. Hasta los años setentas, los bosques de coníferas mixtas y chaparral de la sierra estuvieron aislados del manejo convencional de supresión de incendios, práctica que hasta el momento tiene una eficiencia limitada. Es así que durante los últimos 100 años la vegetación, así como su régimen de incendios, han divergido al norte y sur de

la frontera entre México y los Estados Unidos como consecuencia de un experimento natural producido por diferencias en los patrones de uso del suelo (Minnich y Bahre, 1995).

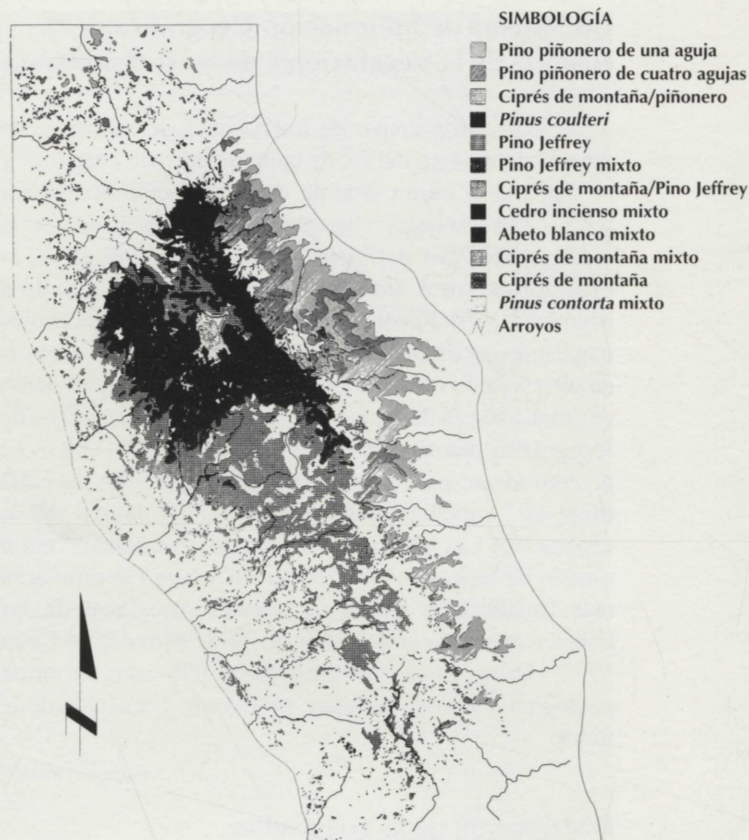
En California, la supresión de incendios ha favorecido el incremento en la densidad de las poblaciones de los bosques así como la ocurrencia de incendios catastróficos. Por otro lado, los incendios no controlados en la SSPM ha mantenido bosques abiertos como los de un parque, mientras que las pequeñas quemaduras en el chaparral han causado un fino mosaico de parches quemados y no quemados. El equilibrio histórico de la Sierra está en peligro debido al sobrepastoreo, al uso recreativo sin control, las potenciales concesiones madereras y el manejo inapropiado de los incendios.

En este artículo examinamos como la vegetación de SSPM, siendo muy similar a la de California, presenta aspectos diferentes. Primero describiremos la distribución de vegetación en SSPM, lo cual será familiar para los que conocen la flora de las montañas de California. En seguida examinamos como los incendios no manejados han conformado los ecosistemas de la SSPM. Finalmente, concluimos con una discusión sobre una propuesta de reserva de la biosfera para la sierra, como un mecanismo para conservar sus recursos biológicos, utilizando los sistemas tradicionales de uso del suelo como base para una política de "incendios libres" en la sierra.

El Entorno Físico

San Pedro Mártir es una montaña rodeada por fallas geológicas, orientada de noroeste a sureste, ubicada 100 km al sureste de Ensenada, Baja California. La sierra está constituida por tres unidades de terreno (Gastil et al. 1975). El lado oriental es un acantilado fuertemente accidentado, con un relieve vertical de 1000 a 2,500 m sobre el Desierto Sonorense. La cresta de SSPM es una extensa altiplanicie de bajíos con praderas y ciénegas. El lado occidental es un escarpe de pendiente menos pronunciada, originado por una falla, con relieves locales de 300 a 500 m. La altitud de la altiplanicie descende en escalones, desde 2,300-2400 m en el norte (pradera de Vallecitos), a 2,000-2,100 m en el centro (praderas de La Grulla, La Encantada y Santa Rosa), hasta 1,800-1,900 m en el sur (Arroyo Santa Eulalia). Hacia el norte, la superficie de Vallecitos descende hasta 1,000 m en el bajío de El Huico. La altiplanicie esta rodeada por una cadena de cerros (2,600-2,950 m) en el este y por la Sierra de la Corona al oeste (2,600 m). Desde Vallecitos a las praderas de La Grulla y la Encantada, la Sierra está constituida por un plutón masivo de granito, que da lugar a cerros de topografía irregular. Los cuerpos graníticos más resistentes a la intemperización forman espectaculares superficies de roca fracturada en Cerro Venado Blanco y desde Cerro Botella Azul al oeste hacia La Grulla. Al sur de La Grulla y la Encantada hay grandes exposiciones de rocas metamórficas que se intemperizan formando laderas de topografía más homogénea. Las unidades metamórficas también afloran en el centro norte de Vallecitos cerca del Observatorio Astronómico Nacional, así como en los cerros del extremo norte de la sierra.

La SSPM se encuentra en el límite sur de la zona de clima mediterráneo de Norteamérica, la cual se caracteriza por lluvias en invierno y sequía en verano. La mayor parte de la precipitación anual se deriva de los ciclones frontales del Pacífico. Los datos de las estaciones meteorológicas más antiguas, así como otros datos pluviométricos (1989-1993), indican que la media de precipitación anual aumenta desde 250 mm en la base occidental de la montaña hasta 700 mm en la Sierra de la Corona (Escoto-Rodriguez,



Mapa de bosques de coníferas en la Sierra de San Pedro Martir. Cortesía de R.A. Minnich.

1994). Este volumen disminuye a 550 mm en el centro de la altiplanicie, y luego se reduce rápidamente hacia la base del acantilado oriental, en el Desierto Sonorense, hasta llegar a 150 mm. La proporción de precipitación que cae como nieve va desde 15% a 1,700 m, hasta 80% a 2,600 m (Minnich 1986a).

La precipitación de verano es escasa, con la excepción de las tormentas vespertinas en julio y agosto. No obstante su latitud meridional, la Sierra tiene un clima muy similar al que se registra en los bosques mixtos de coníferas de California, debido a su altitud. Las medias de temperatura tienen un rango que va desde 0 °C en invierno hasta 18 °C en verano. La precipitación de invierno en SSPM es aproximadamente el 60-80% de los sitios méxicos tanto del sur de California como de la vertiente occidental de la Sierra Nevada. Estas cantidades son comparables a la precipitación registrada en las estaciones de las laderas de sotavento en el sur de California y el lado oriental de la Sierra Nevada. La precipitación de verano en SSPM es un poco mayor que en las estaciones de California. Sin embargo, en SSPM las lluvias de verano no humedecen el suelo más abajo de 50 cm, debido a las altas tasas de evaporación (Escoto-Rodriguez, 1994). Por lo tanto, los ciclones de invierno dominan la hidrología superficial de la sierra, al igual que en California.

Un Sistema de Información Geográfica de la Historia de la Vegetación y de los Incendios

Se elaboraron mapas de los bosques de coníferas, de árboles de madera dura y de comunidades de chaparral y se registraron en un sistema de información geográfica (GIS). Las especies vegetales se identificaron por la configuración del perímetro de la corona y el ápice, la estructura vertical, las sombras y el color, de acuerdo a Minnich (1987). Reconstruimos la historia de los incendios mapeando las cicatrices del fuego en los paisajes, a través de observación estereoscópica, haciendo el acoplamiento de sitios a través del tiempo, en una serie de diez juegos de fotografías aéreas repetidas entre 1942 y 1993. El procedimiento permite que se puedan distinguir las cicatrices de incendios en la heterogeneidad natural de la vegetación. Las fechas de los incendios se categorizaron usando las fechas de las fotos aéreas, y luego se estimaron más finamente a través del estado sucesional de las poblaciones (Minnich y Bahre 1995, Minnich y Chou 1997). Otros temas incluidos en el GIS son: substrato geológico, caminos, veredas, hidrología y tenencia de la tierra.

Distribución de la Vegetación

De una manera similar a lo que ocurre en California, los ecosistemas de la SSPM muestran una amplia distribución zonal relacionada con la altitud y los gradientes de precipitación asociados a la fisiografía de las laderas. El chaparral de las partes bajas es reemplazado por extensos bosques de coníferas en la altiplanicie y por bosques de piñón en el acantilado este. Los patrones locales de las comunidades también son modificados por la pendiente, la orientación y el substrato.

El flanco oeste de la SSPM está cubierto por chaparral dominado por chamizo vara prieta (*Adenostoma fasciculatum*) y chamizo colorado (*A. sparsifolium*). En la base de la ladera occidental (900-1300 m), el chamizo forma comunidades parcialmente abiertas y mezcladas con arbustos desérticos que incluyen *Ephedra nevadensis*, *Simmondsia chinensis*, *Juniperus californica* y *Yucca schidigera*, lo cual nos recuerda las laderas semiáridas de sotavento en las cuencas costeras del sur de California, tales como Aguanga. *Ornithostaphylos oppositifolia*, *Malosma laurina*, y los arbustos caducifolios *Fraxinus trifoliata* y *Aesculus parryi* también se encuentran en estas altitudes. A elevaciones medias (1,300-1,800 m) el chaparral de chamizo toma una forma familiar, con apariencia de alfombra, con *Ceanothus greggi perplexans* como una subdominante importante. Muy pocos otros arbustos son comunes, aunque *Rhus ovata* se encuentra con frecuencia a lo largo de la Sierra. El chaparral de chamizo colorado, dominado por *Adenostoma sparsifolium*, ocupa un área muy extensa, aunque discontinua,

siendo mas común en el bajo de El Huico y en los arroyos al oeste de La Grulla.

Arriba de 1,800 m, los chaparrales de las dos especies de chamizo son reemplazados por comunidades casi monotípicas de *Arctostaphylos peninsularis*, las cuales le dan una conspicua apariencia azul a la Sierra desde la distancia. Se pueden observar comunidades densas de *A. peninsularis* hasta una altura de 2,500 m en la ladera oeste. El chaparral mixto, es decir las comunidades dominadas por arbustos de hoja ancha, como *Quercus*, *Ceanothus*, y/o *Arctostaphylos* (Hanes 1981), no está presente en SSPM, aunque muchas especies de esta comunidad tienen su límite meridional en esta montaña. *Arctostaphylos glauca* se encuentra ocasionalmente arriba de 1,200 m y *Ceanothus leucodermis* se ubica cerca del ecotono chaparral/bosque mixto de coníferas. *Quercus dumosa* y *Heteromeles arbutifolia* se restringen a los aguajes y arroyos. *Q. wislizenii* ha sido colectado solamente en un sitio a 1,900 m, donde hay un agrupamiento de arbustos altos a un lado del camino al Observatorio. Uno de nosotros (Minnich) ha observado otra colonia a la misma altitud en una ladera norte cerca de Corral de Sam. *Fremontodendrom californicum* se ha visto o colectado solamente en unos pocos arroyos cerca de la Misión de San Pedro Mártir y cerca del Cerro "2040" en el sur de la Sierra. En la altiplanicie, *Cercocarpus betuloides* se ha observado solamente en Arroyo Santa Eulalia. *Yucca whipplei* es notable por su escasez, y normalmente se encuentra en laderas orientadas al sur, cerca de la base de la Sierra. La suculenta dominante en el chaparral es *Nolina palmeri*, y crece tanto en el chaparral como en el bosque de coníferas hasta una altura de 2,500 m.

Pocos árboles crecen en la zona de chaparral en SSPM. *Populus fremontii* y *Salix* spp. forman densos bosques de galería a lo largo de los arroyos, principalmente en San Antonio, Valladares, Santa Cruz y San Rafael. En los arroyos desérticos se localizan pequeñas poblaciones frecuentemente asociadas con *Prosopis juliflora*. *Platanus racemosa* se encuentra esporádicamente en el flanco suroeste de la Sierra, entre Rancho San Antonio y San Pablo. *Populus trichocarpa* ha sido colectada solamente a lo largo del Río San Rafael y en el Arroyo de La Grulla, 4 km al suroeste de la pradera. Sobre los arroyos del desierto, en la ladera sur de la Sierra, encontramos *Fraxinus velutina*.

Las tormentas generadas por El Niño en enero de 1993, las cuales produjeron 250 mm de precipitación en dos días en Rancho Santa Cruz y posiblemente 2 a 3 veces más en la altiplanicie, ocasionaron extensas inundaciones, así como fuertes deslaves y remoción de bosques riparios a lo largo de la Sierra. San Pedro Mártir es el límite sur de *Quercus agrifolia*, que se localiza exclusivamente en los arroyos, manantiales y orillas de las ciénegas. La mayoría de las poblaciones se encuentran en la vertiente occidental, entre Mike's Sky Ranch y Arroyo San Antonio, entre 1200 y 1900 m, lo cual es la mayor altitud de su rango, con la excepción de las Montañas de Santa Rosa en el sur de

Extensiones de los Tipos de Vegetación de la Sierra de San Pedro Mártir

Tipo de Vegetación	Area (ha)
Bosque de Coníferas	
Pino Jeffrey	19,330
Bosque mixto de coníferas	15,200
<i>Abies concolor</i> y <i>Pinus lambertiana</i>	3,360
Cedro incienso (<i>Calocedrus decurrens</i>)	547
Ciprés de montaña (<i>Cupressus montana</i>)	784
<i>Pinus contorta</i>	958
<i>Pinus coulteri</i>	154
Bosque de Madera Dura	
Encinal de <i>Quercus chrysolepis</i>	19,388
Encinal de <i>Quercus peninsularis</i>	5,398
Alamillo (<i>Populus tremuloides</i>)	458
Matorrales y Comunidades de Herbáceas	
Chaparral de chamizo	53,350
Chaparral de chamizo colorado	41,653
Chaparral de manzanita peninsular (<i>Arctostaphylos peninsularis</i>)	24,016
Chaparral de bosque	20,946
Praderas de montaña	2,558

California. Se descubrió, a través de fotografía aérea, una nueva colonia en el Arroyo El Horno, 7 km al suroeste de las poblaciones previamente conocidas cerca de Rancho San Antonio. Reid Moran colectó *Q. agrifolia* cerca de la costa del Pacífico en la misma latitud, en una terraza del Arroyo Santo Domingo, cerca de las ruinas de la misión. En el Bajío de El Huico, en el acantilado oriental, hay una pequeña población de aproximadamente 20 árboles cerca de un aguaje.

El árbol más común en el chaparral es *Pinus quadrifolia* (5-15 m de altura), el cual presenta un mosaico fragmentado de miles de poblaciones a lo largo de la ladera oeste. Este árbol también forma un cinturón continuo en el acantilado este, entre 2,000 y 2,600 m, antes de dar lugar a bosques abiertos de *P. monophylla* más abajo. Los bosques de *P. monophylla* continúan hacia abajo hasta cerca de 1,200 m, donde encuentra bosques micrófilos y matorrales de gobernadora (*Larrea tridentata*) del Desierto Sonorense. Los bosques de *P. quadrifolia* crecen en la ladera oeste y la parte alta del acantilado este en chaparral de chamizo (negro y colorado) o de manzanita peninsular, así como en densos matorrales de *Q. chrysolepis*, arriba de 2,200 m. Por otro lado, encontramos bosques más secos de *P. monophylla* con sotobosque abierto de chaparral desértico dominado por *Quercus cornelius-mulleri*, *Q. peninsularis*, *Rhamnus crocea*, *Rhus ovata* y *Fremontodendron cali-*

fornicum, así como las especies de hoja suculenta *Agave deserti* y *Nolina palmeri*. *Cercocarpus betuloides* se presenta a lo largo de los arroyos. Uno de nosotros (Minnich) ha colectado *Rhus kearneyi*, muy relacionada con *R. ovata* y *R. integrifolia*, sobre la Cañada de La Providencia. Este es uno de los pocos sitios donde este arbusto se encuentra fuera de su localidad tipo en las Tinajas Altas de Sonora. El matorral desértico en la base del acantilado oriental también incluye bosques micrófilos dominados por *Prosopis juliflora*, *Cercidium floridum* y *Olneya tesota*, así como algunas especies suculentas del Desierto Central como el cardón (*Pachycereus pringlei*), ocotillo (*Fouquieria splendens*) y *Ferocactus*. La palma ceniza (*Brahea armata*) abunda en los arroyos desérticos y en sitios húmedos en los cantiles del sur de la SSPM; hacia el norte hasta Cañón El Cajón en el acantilado este y hasta Arroyo San Pablo en la ladera oeste. El matorral desértico inmediatamente al este de la SSPM tiene un aspecto arbóreo inusual para el Desierto Sonorense, debido a las abundantes lluvias de verano, producidas por las tormentas que se alejan de la Sierra.

Las especies arbóreas de los bosques mixtos perennifolios californianos (cf. Sawyer et al. 1988) son raras o ausentes en SSPM. En California, el bosque mixto perennifolio es una transición entre el chaparral y los bosques mixtos de coníferas. Las montañas del sur de

California, por ejemplo, tienen extensos bosques de *Pinus coulteri* y *Pseudotsuga macrocarpa* asociados con *Quercus chrysolepis*, *Q. kelloggii* y *Umbellularia californica*. En la SSPM, sólo *Q. chrysolepis* es abundante, aunque únicamente como sotobosque en los bosques mixtos de coníferas. Unas pocas poblaciones descienden hasta el cinturón de chaparral en pendientes fuertes con exposición norte y en los cañones hasta una elevación de 1,800 m. Este árbol es morfológicamente variable, igual que en California, pero la mayoría de las poblaciones pertenecen a un ecotipo arbustivo de hoja pequeña (Myatt 1975), aunque algunos árboles pueden crecer hasta 20 m en los arroyos. La forma con hojas grandes se puede ver ocasionalmente en las laderas del oeste en la Sierra de la Corona. En los extremos norte y sur de la sierra se encuentran pequeñas agrupaciones de *Pinus coulteri* (Minnich 1987). La población norteña crece desde 1,800 m hasta 2,300 m en sitios metamórficos con exposición norte, 7 km al norte de Cerro Venado Blanco. La población sureña crece en Cerro "2040", un pico de roca granítica, entre 1,800 y 2,000 m, con pequeños grupos extendiéndose 8 km al oeste, sobre un arroyo, hasta llegar a 1,400 m (Minnich 1986b, Minnich 1987). Los residentes locales

han conocido este árbol por mucho tiempo. Se puede ver un cono en el Rancho Meling; y Felipe Meling colectó muérdago parasitando *P. coulteri* en un sitio del Cerro "2040" durante los setentas. Ambos bosques de *P. coulteri* crecen en un denso chaparral de *Arctostaphylos peninsularis*, *A. pringlei*, *A. pungens*, y *Quercus chrysolepis*.

Los bosques mixtos de coníferas en SSPM se encuentran arriba del chaparral o en hábitats dentro del chaparral donde la cobertura arbustiva es escasa o ausente. La composición de especies arbóreas cambia con la exposición y la altitud. Los bosques entre 1,300 y 1,900 m presentan poblaciones monotípicas de *Pinus jeffreyi* creciendo en las cuencas libres de arbustos, al margen de las praderas y a lo largo de los arroyos. Este patrón es similar a los bosques de la Sierra Juárez y a los de Pine Valley (Laguna Mountains), Garner Valley (San Jacinto Mountains) y las cuencas altas alrededor de Gorman, en el sur de California. Más arriba de 1,900 m el bosque de pino abarca desde las bases de las cuencas hacia las laderas con exposición norte, revestidas con una rala cubierta de arbustos y/o *Quercus chrysolepis*. El bosque de pino Jeffrey es más común a lo largo del arroyo Santa Eulalia y alrededor de las tres grandes praderas de La Grulla, La Encantada y Santa Rosa.

Bosque mixto de coníferas con *Abies concolor* (izquierda), *Pinus lambertiana* y *Pinus jeffreyi* en una ladera orientada al norte, en el sureste de Vallecitos.



Unas cuantas poblaciones se encuentran en los arroyos de los cañones en la parte alta del escarpe oriental al norte del Observatorio, en las cuencas o arroyos de la planicie de El Huico y en el Cerro San Matías, un pico aislado de 2,200 m, 15 km al norte de la altiplanicie de SSPM (Minnich 1986b).

Los arbustos importantes del bosque de *Pinus jeffreyi* incluyen *Arctostaphylos pringlei*, *A. pungens*, *A. peninsularis*, *Quercus peninsularis* y *Salvia pachyphylla*. *Artemisia tridentata* es sorprendentemente rara y pocas veces se encuentra arriba de los 1,800 m. Las mayores poblaciones de esta especie se presentan en el arroyo Santa Eulalia, en la cuenca de El Huico y en tierras que fueron cultivadas hace 200 años en la Misión de San Pedro Mártir. *Chrysothamnus nauseosus*, un arbusto común en el Oeste de los Estados Unidos, no ha sido reportado en SSPM. Reid Moran realizó una colecta botánica en una extraordinaria población de pino Jeffrey, descrita por Wiggins (1944:291), sobre el Arroyo San Antonio, a 700 m de elevación. Esta población es notable no sólo por su altura, sino porque la misma colonia parece haber sido descrita por Fray Junípero Serra hace dos siglos, quien refiere a "dos grandes pinos entre los demás" en ese sitio (Tibesar 1955).

Más arriba de los 2,200 m, el bosque de *Pinus jeffreyi* es reemplazado por un cinturón de bosque mixto de coníferas, similar a los bosques de California. Las laderas con exposición sur y los fondos de los valles son dominadas por *P. jeffreyi*, con *Abies concolor* y *P. lambertiana* como especies asociadas. El abeto blanco (*Abies concolor*) es dominante en las pendientes fuertes de la altiplanicie con exposición norte. *P. lambertiana* es más abundante en riscos y laderas muy inclinadas. El bosque de abeto blanco es más común en las laderas méxicas de la Sierra de la Corona y a lo largo del parteaguas oriental entre La Encantada y el Cerro Venado Blanco. La mayoría de los bosques mixtos de coníferas se presentan en la altiplanicie, aunque algunas poblaciones descienden sobre las laderas con exposición norte, tanto en la vertiente oriental como en la occidental, hasta una altura de 2,000 m. Unas cuantas poblaciones de *P. lambertiana* crecen también con *P. jeffreyi*, a la sombra de algunas cimas cerca de La Grulla y La Encantada, que es el límite sur de esta especie. Los reportes de Wiggins (1944) de *Abies concolor* cerca de Santa Rosa no han sido verificados; y no se ha reportado ningún caso en La Grulla y La Encantada.

Otras coníferas tienen solamente distribución local en SSPM. *Calocedrus decurrens* crece sobre los arroyos y en las orillas de las praderas, principalmente en el flanco occidental de la altiplanicie. La población más sureña se encuentra sobre arroyo El Horno, arriba de la Misión de San Pedro Mártir. Unos pocos individuos se encuentran en algunos arroyos al sureste y al norte de La Grulla. Hay una población abajo de una cascada en el arroyo El Potrero, a 1,100 m (Wiggins 1944). Esta especie también es común en la mayoría de los arroyos de la Sierra de la Corona, en

los afluentes del Río San Rafael y en el flanco occidental del Cerro Venado Blanco. Además, es una especie importante asociada a los bosques de abeto en la orilla norte de la altiplanicie. *Calocedrus decurrens* se encuentra ocasionalmente en el lado oeste de Vallecitos, pero no en el lado este, y tampoco en el parteaguas oriental. La población más grande en el escarpe oriental se encuentra sobre la cañada de La Providencia entre los 1,400 y 2,000 m. Se encuentran poblaciones más pequeñas al norte del observatorio, sobre el Cañón del Diablo y en Cañón Copal.

El ciprés endémico, *Cupressus montana*, se mezcla con *A. concolor* y *P. lambertiana* en la parte alta de la ladera oriental, encontrándose las mayores poblaciones en salientes y fracturas del Picacho del Diablo. Algunas pequeñas poblaciones ocurren en los arroyos al norte y al este de La Encantada. Reid Moran registró árboles solitarios en el arroyo entre La Encantada y La Grulla, así como en el Cerro de la Víbora. Las fotografías aéreas revelaron nuevas poblaciones sobre el escarpe, a lo largo de 15 km, desde el norte del Picacho del Diablo hasta el Cerro Venado Blanco. Algunos árboles jóvenes descienden hasta los 1,400 m en la parte baja de la Cañada de la Providencia.

Son comunes los bosques subalpinos de *Pinus contorta* en las orillas de las praderas y a lo largo de los arroyos en Vallecitos. Esta especie también crece en las exposiciones norte del Cerro Botella Azul, la cima más alta de la altiplanicie (2950 m), así como en superficies rocosas dispersas sobre el parteaguas oriental entre ese cerro y el observatorio. Unos pocos individuos de *P. contorta* crecen dentro del bosque de ciprés y abeto blanco, cerca de la cumbre del Picacho del Diablo.

Solamente dos especies de árboles de madera dura son comunes en el bosque mixto de coníferas: *Quercus chrysolepis* y *Populus tremuloides*. *Q. chrysolepis* es común en pendientes fuertes, generalmente con exposición norte, abajo de 2,300 m, y en las praderas de exposición sur arriba de esa altitud. Las poblaciones compactas de *Populus tremuloides* son frecuentes en Vallecitos y a lo largo del borde oriental hacia el norte, hasta Cerro Venado Blanco. La mayoría de estas colonias crecen en los arroyos y orillas de las praderas, aunque la especie también se puede extender localmente hacia las laderas con exposición norte de Cerro Venado Blanco y Cerro Botella Azul. En el centro de la Sierra se encuentra una población aislada, en un cañón inmediatamente al oeste de Santa Rosa. Los bosques mixtos de coníferas contienen abundantes poblaciones abiertas de chaparral boscoso, dominado por *Arctostaphylos patula*. *Ceanothus cordulatus* es común en sitios recientemente quemados. *C. palmeri*, una especie muy relacionada, se encuentra en el ecotono bosque-chaparral en la ladera oeste de la Sierra de la Corona. También se pueden observar híbridos entre estos congéneres y *C. leucodermis* a lo largo de este ecotono. *Garrya grisea*, una especie endémica de SSPM, crece en laderas rocosas arriba de 2,000 m. Una población solitaria de *Cercocarpus*

ledifolius se encuentra en un risco inmediatamente al este del Observatorio, siendo ésta su única localidad en México. Esta población, la cual aparentemente fue vista hace un siglo por Brandegee (1893), fue registrada recientemente por Robert Thorne. Los arbustos perennifolios esclerofilos están casi ausentes en los bosques de Vallecitos, así como en las laderas de exposición norte en el parteaguas oriental y en la Sierra de la Corona. Los subarbustos importantes del bosque mixto de coníferas incluyen *Symphoricarpos parishii* y *Holodiscus microphyllus*.

La cubierta de herbáceas es común en los bosques de SSPM, pero la cobertura es usualmente menos de 10%, debido a la sequía de verano. Solamente se encuentra cobertura densa en las praderas de montaña dominadas por *Juncus* y *Carex*, de una manera similar a California. Otras herbáceas abundantes son *Poa annua*, *Ranunculus cymbalaria*, *Epilobium adenocaulon*, *Astragalus gruinus*, *Oenothera californica*, *Berula erecta* y *Cirsium foliosum*. Las praderas más secas o sobrepastoreadas están cubiertas por herbáceas perennes de los géneros *Achillea*, *Potentilla*, *Aster* y *Muhlenbergia*. La especie exótica *Bromus tectorum* se puede ver en la transición pradera-bosque. Esta especie casi desapareció de la SSPM durante el anómalo invierno de 1990-1991. Aparentemente, este zacate creció durante un periodo de lluvias escasas invernales, con temperaturas más altas de lo normal en enero y febrero; y murió después de que cayeron 1-2 metros de nieve durante el mes de marzo.

La distribución espacial de la vegetación es afectada fuertemente por el sustrato. En el chaparral, *Adenostoma sparsifolium* prefiere los granitos, al igual que en Sierra Juárez y las montañas de Santa Rosa y San Jacinto en el sur de California. De manera similar, *Quercus chrysolepis* y *Arctostaphylos patula* son más abundantes en los sitios graníticos, al norte de La Grulla y La Encantada. El sotobosque de *Q. chrysolepis* se cambia abruptamente a chaparral mixto de *Q. peninsularis* con *Arctostaphylos pringlei* y *A. pungens* en las unidades metamórficas hacia el sur. En Vallecitos, *Q. peninsularis* crece exclusivamente en las pendientes metamórficas al oeste del observatorio. *Populus tremuloides* se encuentra restringido casi totalmente al sustrato granítico. Entre las coníferas, *Pinus jeffreyi* evita las laderas cubiertas de chaparral en las unidades metamórficas y forma bosques abiertos en los cerros con sustrato granítico. Similarmente, *Abies concolor* y *Pinus lambertiana* son más abundantes en los granitos que en las zonas metamórficas en altitudes similares. Estas dos especies dominan los bosques de los escarpes graníticos del Cerro Venado Blanco, aun en las pendientes con exposición hacia el sur, mientras que *Abies concolor* es escaso, y *P. lambertiana* está ausente en los suelos desarrollados sobre rocas metamórficas hacia el sur. *Cupressus montana* se presenta exclusivamente en las zonas graníticas, evitando los sustratos metamórficos entre el observatorio y Cerro Venado Blanco. En general, las zonas graníticas soportan especies más méxicas que las unidades metamórficas. Los

suelos graníticos tienen mayores tasas de infiltración y retienen menos la humedad que los suelos más finos derivados de rocas metamórficas. Además la roca madre de granito impermeable canaliza el agua a los intersticios e impide así la percolación profunda.

Incendios Naturales

El fuego tiene un efecto importante sobre la composición específica, la estructura y la función de los chaparrales y bosques de SSPM. Las condiciones de humedad y temperatura del clima mediterráneo no son favorables para la descomposición de la materia orgánica (Hart et al. 1992), pero sí para la acumulación de combustible, con una alta posibilidad de incendios. La frecuencia de incendios (número de eventos por unidad de tiempo) es alta, y aun sin un control efectivo del fuego, los intervalos de recurrencia de los incendios son largos, con un promedio de 50 años, tanto en chaparral como en bosque mixto de coníferas. Esto se debe a un aumento paulatino en el riesgo de incendio en la sucesión ecológica, relacionado con la baja tasa de productividad primaria y la acumulación gradual del dosel, combinado con la alta humedad de la vegetación. Tanto el chaparral como el bosque están compuestos de especies esclerófilas perennifolias, con un buen control estomático para reducir la transpiración, que tienen, por lo tanto, una baja tasa de fotosíntesis. Sólo una pequeña proporción del fotosintato fijado se asigna a "material fácilmente incendiable" (ramitas y follaje), y el resto se invierte en madera poco inflamable, es decir tallos grandes y troncos. Aún las agujas de las coníferas que se acumulan sobre el suelo tienen poca capacidad de arder fácilmente debido a una insuficiente exposición de las agujas al oxígeno.

Sin control de incendios, estas características producen un patrón predecible de incendios. Durante 1925-1991, se quemaron un total de 143,355 hectáreas, la mayoría en chaparral y bosques de coníferas en la ladera oeste y la altiplanicie. Aunque el número de incendios es alto (865 desde 1925), el tamaño de los incendios responsables de la mayoría del área quemada (61%) es pequeño (200-6,400 ha), lo cual es aproximadamente diez veces menor que para California bajo un régimen de control de incendios (p.e. Minnich 1983; Minnich en prensa). La relación inversa entre la frecuencia y el tamaño de los incendios es el resultado de una tasa de quemas uniforme, vinculada con el riesgo de incendios que depende del tiempo. La mayoría de los incendios grandes, tanto en chaparral como en bosque de coníferas, ocurren en comunidades viejas (mayores de 50 años), pero estas quemas forman estrechas zonas de traslape con incendios recientes que carecen de suficiente combustible para sostener un nuevo incendio. En otras palabras, los mosaicos de parches son creados por la historia previa de incendios. Por lo tanto, el patrón de recambio de parches es un proceso auto-organizado y no

aleatorio, de forma tal que los futuros incendios se pueden predecir a través del mosaico de parches. Esto es similar a lo que ocurre en la Sierra de Juárez y en el sur de California (Minnich y Chou, en prensa).

También se puede ver la ocurrencia no-aleatoria de incendios en el gradiente de intervalos de retorno en la SSPM. Estos van desde 40-50 años en el chaparral y bosques de coníferas en la ladera métrica del oeste, hasta 80 años en los bosques de ciprés de montaña en las cimas orientales. En los bosques de pino piñonero del seco escarpe oriental, los intervalos de retorno de incendios pueden ser tan largos como varios siglos. Esta tendencia sugiere que la productividad de los bosques es proporcional a la media de la precipitación anual; indicando que los bosques de la parte métrica en el oeste de la altiplanicie tienen tasas de acumulación de combustible más altas que los bosques del este.

La alta frecuencia de incendios está relacionada con las tormentas eléctricas del verano, las cuales coinciden con la época de sequía (Minnich et al. 1993). Los árboles dañados por los rayos se pueden ver frecuentemente en la sierra. Sin embargo, considerando que la tasa de descargas eléctricas nubes-suelo es 46 veces más grande que la tasa de quemaduras, es evidente que la mayoría de los rayos no provocan incendios. La alta proporción de rayos que no producen incendios se debe a la sobreabundancia de descargas. Dada la tasa actual de rayos, un parche de tamaño igual a la media del mosaico (1,000 ha) recibe una descarga cada tres años, o aproximadamente 20 veces durante un intervalo de retorno de incendios. Obviamente, la mayoría de los rayos caen en sitios que carecen de suficiente combustible para sostener grandes quemaduras. Una evidencia adicional se vio en las fotos aéreas tomadas en julio de 1991, en las que se observan 212 incendios minúsculos, causados por las tormentas ocurridas en el mes anterior. Casi todos esos incendios quemaron menos de una hectárea; y ninguno fue suprimido.

La forma en que la vegetación se quema en SSPM depende de la estructura de la misma. El chaparral se caracteriza por tener una densa cubierta arbustiva, lo que produce incendios que eliminan la mayor parte de la biomasa aérea (Bahre y Conrad 1991). La fragmentación del mosaico vegetal causada por las numerosas quemaduras desfavorece los grandes incendios.

Después del incendio, el rebrote de los arbustos, junto con la germinación de las semillas almacenadas en el suelo, forman un dosel cerrado después de 5 a 20 años, y las comunidades llegan a madurar después de 30 años (revisiones de Hanes 1981; 1988; Keeley y Keeley 1989). La pronta recurrencia de los incendios es poco factible porque los combustibles se agotan después de un incendio y, además, el fuego raramente se extiende a través de las comunidades jóvenes y abiertas. La inflamabilidad se incrementa gradualmente con la edad de las comunidades debido a factores tales como la acumulación de necromasa, el aumento en la disponibilidad del combustible conforme



Incendio forestal cercano a La Puerta en el flanco occidental de la Sierra de La Corona en 1987.

el dosel se cierra y la aceleración del estrés hídrico en la medida que aumenta el área de follaje (Riggan et al. 1988). Las cronosecuencias de sucesión después del incendio a lo largo de la frontera México-E.U. muestran que el chaparral parece ser estable tanto en un régimen de incendios pequeños y frecuentes, como se ve en SSPM, como en un régimen de incendios grandes e infrecuentes, como ocurre en el lado estadounidense. Los arbustos rebrotan o se reclutan *in situ* a partir de bancos dispersos de semillas, permitiendo el eficiente establecimiento de las comunidades bajo una alta variabilidad en los intervalos y tamaños de los incendios.

Los bosques de *Pinus quadrifolia* y *P. monophylla* son destruidos por los incendios porque crecen junto al chaparral altamente combustible y su dosel es aledaño al sotobosque. No existen estudios que documenten la sucesión en *P. quadrifolia* después de la quema. Las fotografías aéreas repetidas sugieren que esta especie coloniza rápidamente las aéreas quemadas. La dispersión de semillas a largas distancias aparentemente se debe a las aves (Vander Wall y Balda 1976), ya que tanto los conos como las semillas son destruidos por el fuego. Esta idea es apoyada por el hecho de que las comunidades tienen árboles de diferentes edades como resultado del reclutamiento continuo, como es típico en los pinos blancos. Las comunidades fragmentadas en la ladera occidental corresponden al chaparral viejo. Indudablemente, las comunidades más jóvenes también tienen arbolitos, pero estos no se ven en las fotos aéreas. La mayor continuidad de los bosques en las partes altas del escarpe oriental parece reflejar mayores intervalos entre incendios, así como periodos de sucesión más largos.

La ecología de incendios de los bosques de *P. monophylla* en Baja California tampoco ha sido estudiada. La mayoría de los incendios en este ecosistema parecen ser de corona porque la cobertura de arbustos es demasiado abierta



Mosaico de incendios en chaparral cerca de la pradera de Santo Tomás en el sur de la Sierra de San Pedro Mártir.

para sostener las llamas sobre grandes áreas. Pocas poblaciones se han quemado desde 1925, y los intervalos entre incendios se estiman en más de 500 años. La sucesión después de la quema puede ser similar al sur de California (Wangler y Minnich, en prensa). Los bosques quemados son colonizados por una densa capa de arbustos de *Artemisia tridentata* o chaparral desértico. El establecimiento de *P. monophylla* se demora 20-30 años por el levantamiento del suelo debido a las heladas y las plántulas parecen enraizar bajo los arbustos que actúan como plantas nodrizas. (La mayoría de las plántulas se encuentran solamente a 1-2 cm del eje de la raíz de los arbustos). El desarrollo gradual de la cubierta de piñoneros después de unos 75 años reduce los efectos de congelamiento y descongelamiento del suelo, lo que inicia un proceso de reclutamiento al azar. Finalmente, el dosel se cierra después de unos 100-150 años, lo que corresponde con la declinación del estrato arbustivo.

Las características de las poblaciones del bosque de *Pinus coulteri* en SSPM parecen ser una manifestación de los regímenes de incendios de dosel. Casi ninguna de las

poblaciones maduras se había quemado desde la primera serie fotográfica de 1942. Los árboles tienen una estatura uniforme, por lo que presumiblemente son de la misma edad. Casi todos los árboles quemados desde 1942 perecieron debido a los incendios. Esto se debe al tamaño pequeño de los árboles y a su ubicación en el chaparral denso. Las fotos aéreas muestran individuos de *P. coulteri* de edad homogénea emergiendo del sotobosque 20 años después de un incendio. Los árboles parecen reclutarse durante la primera temporada de crecimiento después del incendio, de semillas esparcidas por los conos parcialmente serotinos. Algunas poblaciones han sobrevivido a los incendios en laderas rocosas difíciles de quemar. Estos sitios posiblemente significan una fuente segura de semilla, lo que puede ser importante cuando los incendios son seguidos por una sequía severa que impida el reclutamiento (Minnich 1986b).

Los bosques mixtos de coníferas son abiertos y tienen la apariencia de parques, con densidades de 50-150 árboles por hectárea, probablemente como resultado de los incendios superficiales que ocurren aproximadamente cada

50 años. Aunque la existencia de estos bosques abiertos ha sido atribuido a los suelos porosos y el clima seco (p.e. Nelson 1921), hay evidencia que la densidad de las poblaciones podría incrementarse, tal como ha ocurrido en California. La densidad de renuevos (100-600 por hectárea) es de 2 a 4 veces mayor que la de los árboles maduros, y las cronosecuencias revelan un incremento de 15 arbolitos de tamaño mediano después de 50 años de sucesión. Localmente, los bosques que no se han quemado en 70 o más años tienen densidades de hasta 400 tallos por hectárea; similar a los bosques que se han densificado en el Sur de California (Minnich et al. 1995) y en la Sierra Nevada (Vankat y Major 1978). Los incendios superficiales queman la mayoría de arbolitos hasta 10-15 m de alto, dejando intacto el estrato del dosel. Existe poca evidencia de un incremento en la densidad de los bosques a nivel de paisaje, aun con intervalos entre incendios de 50 años, porque la incorporación de plantas nuevas es contrarrestada por la alta tasa de mortalidad en los incendios. La mayoría de los bosques son dominados por pinos maduros, en contraste con California, donde los bosques muestran una tendencia a substituir la dominancia de *P. ponderosa* y *P. jeffreyi* maduros por la preponderancia de las clases juveniles de *Abies concolor* y *Calocedrus decurrens* (cf. Rundel 1988; Minnich et al. 1995).

Los incendios parecen jugar un papel importante en la distribución de los bosques. Esto se debe al balance dinámico entre la destrucción de las poblaciones generada por el disturbio y el restablecimiento de los bosques a lo largo de gradientes ambientales relacionados con las interacciones entre el clima, el incendio y las características del terreno. Por ejemplo, *Pinus quadrifolia*, con una capacidad reproductiva más alta que *P. monophylla*, puede subsistir bajo la quema recurrente en el escarpe occidental, mientras que *P. monophylla* sobrevive en ambientes con bajo riesgo de incendios en el árido escarpe oriental. La sobrevivencia de ambos piñones sería difícil bajo el bosque mixto de coníferas debido a la eliminación selectiva del sotobosque por los incendios.

Pinus coulteri, con su estrategia de reclutamiento basada en la serotinia parcial de sus conos, se beneficia de los incendios que reemplazan las poblaciones y que son favorecidos por el chaparral denso y las laderas empinadas. Los incendios intensos favorecen el establecimiento de las plántulas, ya que enriquecen el suelo y reducen la competencia de los arbustos. Además, *P. coulteri* tiene una ventaja selectiva sobre las especies del bosque mixto de coníferas, las cuales carecen de la capacidad reproductiva suficiente para subsistir bajo un régimen de intervalos cortos entre incendios. La adaptación más importante de las especies del bosque mixto de coníferas es su sobrevivencia directa a los incendios de sotobosque debido a su gruesa corteza y elevada altura. Estas comunidades crecen en áreas de baja biomasa de chaparral, ya sea arriba de la zona de chaparral, o en terreno plano dentro de la zona de chaparral.

Una Reserva de la Biósfera en la Sierra de San Pedro Mártir

La SSPM se encuentra actualmente en riesgo debido al aumento de los intereses comerciales en el área, incluyendo amenazas debido al manejo inapropiado de los incendios y las concesiones para la tala. La Sierra estuvo aislada hasta los años setentas, y esto protegió a la región de las prácticas convencionales de manejo de los incendios. Los bosques abiertos de la sierra son una memoria viva de los ambientes boscosos de California y el Oeste de los E. U. en el siglo XIX. La sierra es un laboratorio natural único para los estudios comparativos y experimentales para mejorar las políticas de manejo tanto en México como en los E. U., ya que para mantener y restaurar los ecosistemas se requiere conocer el pasado. Además del "buen manejo" (a través de la ausencia de manejo) de la ecología de incendios, la sierra tiene una extraordinaria diversidad biológica y ejemplos del uso tradicional del suelo. La sierra es el hogar de una ardilla endémica (*Sciurus douglassii*) relacionada con la ardilla Kaibab del norte de Arizona. Una población de borrego cimarrón entre 1000 y 2000 individuos vive en el acantilado oriental, y la trucha endémica (*Onchorhynchus mykiss nelsoni*) se encuentra en dos arroyos del lado oeste. El gigantesco cóndor californiano (*Gymnogyps californianus*) volaba sobre la altiplanicie de la montaña hasta los años cuarentas. Los Kiliwa habitan en la parte norte de la SSPM. Esta es una de las últimas culturas indígenas de cazadores y recolectores que permanecen sobre la costa del Pacífico entre Canadá y el extremo de la Baja California. El sitio arqueológico de la Misión de San Pedro Mártir nunca ha sido saqueado. El aislamiento de la sierra también ha conservado un sistema de pastoreo tradicional que data desde los tiempos de las misiones dominicas, a finales del Siglo XVIII.

Sin embargo, el rápido incremento en la población regional, así como un creciente interés en el aprovechamiento de los recursos naturales de la sierra, representan un reto al uso sustentable de la región. Mientras que el pastoreo tradicional y la tala selectiva no han causado una fuerte degradación del medio ambiente, las políticas para el uso en el futuro deben ser establecidas antes que se desarrollen conflictos sobre la tierra y los recursos. La sierra es un sitio idóneo para el establecimiento de una reserva de la biósfera bajo el programa del Hombre y la Biosfera (MAB) de la UNESCO y del Comité Mexicano del MAB (MAB-México). El programa de reservas de la biósfera promueve la integración de las actividades tradicionales con las prácticas de conservación, a través de programas interdisciplinarios de investigación con el fin de mejorar el manejo de las áreas protegidas (Halffter 1981; Gomez-Pompa y Kaus 1992).

Los estudios preliminares llevados a cabo por un equipo binacional de investigadores, que incluyen ecología de incendios, hidrología, suelos, pastoreo, arqueología e historia, han sido complementados por trabajos sobre

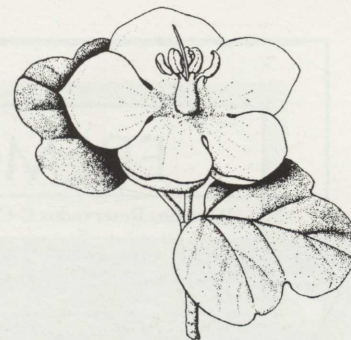
biología de la trucha y de los bosques, realizados por otros equipos internacionales de investigadores. Dentro de una reserva de la biósfera habría un comité científico consultivo que evaluaría la sustentabilidad de las actividades actuales y propuestas, y proporcionaría la información científica necesaria para establecer un plan de manejo. La participación de los usuarios locales sería un requisito para la toma de decisiones sobre los usos permitidos de la tierra. Una reserva de la biósfera también pudiera traer nuevas oportunidades económicas, como el ecoturismo, que sean compatibles con las metas de conservación. La importancia del concepto de reserva de la biósfera es la integración de ejidatarios, investigadores, ambientalistas y autoridades, quienes trabajarían juntos en la conservación de los recursos de la sierra, fomentando el beneficio de la población local. Como parte de este plan de manejo, una meta sería la implementación de una política de "incendios libres" para mantener el régimen de incendios no controlados que ha existido en la sierra desde la prehistoria.

Literatura Citada

- Barro, S.C. y S.G. Conard. 1991. Fire effects on California chaparral systems: An overview. *Environmental International* 17:135-149.
- Brandeggee, T.S. 1893. Southern extension of the California flora. *Zoe* 4:199-210.
- Chambers, K.L. 1955. A collection of plants from the eastern flank of the Sierra San Pedro Mártir. *Contributions to the Dudley Herbarium* 4:323-330.
- Escoto Rodríguez, M. 1994. Balance del agua del suelo en tres sitios de estudio en la Sierra de San Pedro Mártir, Baja California. Tesis. Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada.
- Gastil, R.G., R.P. Phillips y E.C. Allison. 1975. Reconnaissance Geology of the State of Baja California. The Geological Society of America, Inc. Memoir 140.
- Gómez-Pompa, A. y A. Kaus. 1992. Taming the wilderness myth: environmental policy and education are currently based on Western beliefs about nature rather than on reality. *Bioscience* 42:271-279.
- Halffter, G. 1981. The Mapimi Biosphere Reserve: Local participation in conservation and development. *Ambio* 10 (2-3):93-96.
- Hanes, T.L. 1981. California chaparral. En: *Mediterranean Scrublands*, vol.2 de *Ecosystems of the World* (F. diCastri, D.W. Goodall, y R.W. Specht, eds.). Elsevier Scientific, Nueva York.
- Hanes, T.L. 1988. Chaparral. pp. 417-469. En: *Terrestrial vegetation of California* (M.G. Barbour y J. Major, eds.). California Botanical Society.
- Hart, S.C., M.K. Firestone, y E.A. Paul. 1992. Decomposition and nutrient dynamics of ponderosa pine needles in a mediterranean-type climate. *Canadian Journal of Forestry Research* 22:306-314.
- Keeley, J.E. y S.C. Keeley. 1989. Chaparral. En: *North American Terrestrial Vegetation*, (M.G. Barbour y W.D. Billings eds.), pp.166-207. Cambridge University Press. 434 pp.
- Keeley, J.E. 1989b. Seed germination and life history syndromes in the California chaparral. *Botanical Review* 57:81-117.
- Minnich, R.A. 1983. Fire mosaics in southern California and northern Baja California. *Science* 219:1287-1294.
- Minnich, R.A. 1986a. Snow levels and amounts in the mountains of southern California. *Journal of Hydrology* 89:37-58.
- Minnich, R.A. 1986b. Range extensions and corrections for *Pinus jeffreyi* and *P. coulteri* (Pinaceae) in northern Baja California. *Madroño* 33:144-145.
- Minnich, R.A. 1987a. The distribution of forest trees in northern Baja California. *Madroño* 34:98-127.
- Minnich, R.A., E. Franco-Vizcaíno, J. Sosa-Ramírez, y Y.H. Chou. 1993. Lightning detection rates and wildland fire in the mountains of northern Baja California. *Atmósfera* 6:235-253.
- Minnich, R.A., y C.J. Bahre. 1995. Wildland fire and chaparral succession along the California-Baja California boundary. *International Journal of Wildland Fire* 5:13-24.
- Minnich, R.A., M.G. Barbour, J. Burk, y R. Fernoe. 1995. Sixty years of change in conifer forest of the San Bernardino Mountains, California. *Conservation Biology* 9:902-914.
- Minnich, R.A. y Y.H. Chou. 1997. Wildland firepatch dynamics in the chaparral of southern California and northern Baja California. *Journal of Wildland Fire* 7:221-248.
- Nelson, E.W. 1921. Lower California and its natural resources. *Memoirs National Academy of Sciences* 16:1-194.
- Riggan, P.J., S. Goode, P.M. Jacks, y R.N. Lockwood. 1988. Interaction of fire and community development in chaparral of southern California. *Ecological Monographs* 58: 155-176.
- Rundel, P.W., D.T. Gordon, y D.J. Parsons. 1988. Montane and subalpine vegetation in the Sierra Nevada and Cascade Ranges. pp. 559-600. En: *Terrestrial vegetation of California* (M.G. Barbour y J. Major, eds.), California Botanical Society.
- Sawyer, J.O., D.A. Thornburgh, y J.R. Griffin. 1988. Mixed evergreen forest. pp. 359-381. En: Barbour, M.G. y J. Major (eds.). *Terrestrial vegetation of California*. California Native Plant Soc. Special Pub. 9. Sacramento, CA.
- Tibesar, A. 1955. Writings of Junipero Serra. Academy of American Franciscan History Washington, D.C.
- Van der Wall, S.B., y R.P. Balda. 1977. Coadaptation of the Clark's Nutcracker and the pinyon for efficient seed harvest and dispersal. *Ecological Monographs* 47:89-111.
- Vankat, J.L. y J. Major. 1978. Vegetation changes in Sequoia National Park, California. *J. Biogeography* 5:377-402.
- Wangler, M.J. y R.A. Minnich. (in press). Fire and succession in pinyon-juniper woodlands of the San Bernardino Mountains, California. *Madroño* 43:493-514.
- Wiggins, I.L. 1944. Notes on the plants of northern Baja California. *Contributions to the Dudley Herbarium* 3:289-305.

FREMONTIA

Revista de la Sociedad de las Plantas Nativas de California



VEGETACIÓN DE BAJA CALIFORNIA

FREMONTIA

Derechos Reservados © California Native Plant Society

Phyllis M. Faber, Editora • Laurence J. Hyman, Director Artístico
Beth Hansen, Diseñador • Robert Ornduff, Asesor Editorial

Sociedad de las Plantas Nativas de California

Dedicada a la Preservación de la Flora Nativa de California

La Sociedad de las Plantas Nativas de California es una organización de legos y profesionales unidos por un interés en las plantas de California. Está abierta a todos. Sus propósitos principales son preservar la flora nativa y contribuir al conocimiento de los miembros y del público en general. Para cumplir esas metas realizamos diferentes actividades: monitoreo de plantas raras y amenazadas en el estado; acciones para salvar áreas en peligro a través de publicidad, persuasión y, en ocasiones, acción legal; proporcionando testimonio de expertos ante las dependencias de gobierno; brindando apoyo financiero y de otros tipos para el establecimiento de áreas de protección de flora. Una gran parte del trabajo de la Sociedad es hecho por voluntarios.

INDICE

Prologo 3

La Vegetación Mediterránea de Baja California (Julio 1997) 4

Richard A. Minnich y Ernesto Franco Vizcaíno

La Vegetación del Noroeste de Baja California (Abril 1997) 16

Thomas A. Oberbauer

La Sierra de San Pedro Mártir (Octubre 1997) 23

Thomas A. Oberbauer

La Protección de la Vegetación y los Regímenes de Incendios de la Sierra de San Pedro Mártir en Baja California (Julio 1997) 28

Richard A. Minnich y Ernesto Franco-Vizcaíno

Las Islas del Pacífico, Joyas de Baja California (Abril 1997) 39

Thomas A. Oberbauer

La Isla de Guadalupe y su Flora (Julio 1998) 42

Reid Moran

Notas y comentarios 52

Reseña de Libros 55

EDITORIAL

Es un placer presentar esta edición especial en español de Fremontia, la revista de la Sociedad de Plantas Nativas de California, una organización no lucrativa de California. Nuestra misión es preservar la singular flora de California en su hábitat natural, labor que realizamos a través de educación para el público (viajes de campo, publicaciones y conferencias gratuitas), proporcionando información científica sobre el status de algunas especies notables y de distintos tipos de vegetación; y a través de participación activa en los procesos legislativos y regulatorios en California. Este número es un esfuerzo conjunto de la Sociedad de Plantas Nativas de California, Pro Esteros y Bosques de las Californias. Estas últimas son dos organizaciones civiles binacionales California-Baja California. La misión de Bosques de las Californias es la conservación y el uso sustentable de los bosques del sur de California y el norte de Baja California, a través de la aplicación de los resultados de la investigación científica al manejo de los ecosistemas. La misión de Pro Esteros es proteger los humedales de Baja California, donde trabajamos en las comunidades para educar e informar al público del valor de sus humedales. Pro Esteros celebró recientemente su décimo aniversario, y estamos encantados de empezar nuestra segunda década con este volumen conjunto.

En este número aparecen varios artículos publicados previamente en Fremontia en inglés sobre diferentes aspectos de la flora de Baja California. Estos artículos son trabajos académicos pero están escritos para un público amplio, como lo es la audiencia de Fremontia, que incluye botánicos profesionales y aficionados, estudiantes de diferentes niveles y empleados de oficinas públicas. Hemos conservado varias características de un número típico de Fremontia, como la combinación de textos y fotografías en el formato, la sección de cartas al editor en las que se expresan distintos puntos de vista, y una sección de reseña de libros. A menudo tenemos una pequeña sección de anuncios clasificados, que hemos eliminado por no ser relevante para la audiencia de Baja California.

Agradecemos especialmente a Ernesto Franco, del CICESE en Ensenada y de la Universidad Estatal de California en Monterey Bay y a Celerino Montes, de Bosques de las Californias, quienes tradujeron, como una cortesía para este proyecto, todos los artículos con un gran cuidado y precisión. Agradecemos también a la Fundación Packard, que proporcionó el financiamiento para hacer posible el proyecto. Reconocemos la visión y apoyo que brinda la Fundación a los proyectos conjuntos que buscan crear un mejor ambiente.

Esperamos que este número sea de interés tanto para la comunidad científica como para el público no especializado en Baja California y que haya más proyectos cooperativos en el futuro. Los recursos naturales no reconocen fronteras políticas, están sujetos a presión en ambos lados de la frontera y requieren de nuestros esfuerzos compartidos.

Phyllis M. Faber, Editora

LA CUBIERTA: La ocurrencia de incendios naturales en el sur de la Sierra de San Pedro Mártir ha creado un mosaico de parches en el paisaje. Fotografía de Richard A. Minnich.

Sociedad de las Plantas Nativas de California

MEMBRESÍAS

Las cuotas incluyen la suscripción a *Fremontia* y al *Boletín*.

Vitalicio	\$1,000*	Apoyo	\$75
Benefactor	\$500	Familiar, Grupal, Internacional	\$45
Patrocinador	\$250	Individual o Biblioteca	\$35
Amante de las Plantas . \$100		Estudiante/Jubilado/Ingreso Limitado . \$20	

*Las cantidades están en dólares estadounidenses.

DIRECCIONES

Membresías; Cambios de Domicilio; Directivos; Información

General: CNPS, 1722 J Street, Suite 17, Sacramento, CA 95814.

Tel: (916) 447-CNPS(2677) Fax: (916) 447-2727

Director Ejecutivo: Allen Barnes, abarnes@cnps.org

Fremontia (Editora): Phyllis M. Faber, 212 Del Casa Drive, Mill Valley, CA 94941. Tel. y Fax: (415) 388-6002; pmfaber@aol.com

Fremontia (Publicidad): Sue Hossfeld, 400 Deer Valley Road, #4P, San Rafael, CA 94903. (415) 507-1667

Boletín: Joyce Hawley, 631 Albemarle Street, El Cerrito, CA 94530. Hogar: (510) 524-5485; Fax: (510) 527-4858

Botánico en Plantas Raras: David Tibor, 1722 J St., Suite 17, Sacramento, CA 95814. (916) 324-3816 or (916) 447-2677, dtibor@cnps.org

Enlace con Earth Share: Halli Mason, 4728 Rosita Place, Tarzana, CA 91356. (818) 345-6749

Asesor Legal: Sandy McCoy. (510) 644-3431; email: wbmccoy@earthlink.net

[www.calpoly.edu or dchippin/cnps_main.html](http://www.calpoly.edu/or_dchippin/cnps_main.html)



California Native Plant Society
1722 J St., Suite 17
Sacramento, CA 95814
Address Service Requested

NOTAS SOBRE LOS COLABORADORES

Horacio de la Cueva es profesor-investigador en el Departamento de Ecología del Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE). Apartado Postal 2732, Ensenada, B.C. 22800. cuevas@cicese.mx

Ileana Espejel es profesora-investigadora en la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Baja California. Apartado Postal 1653, Ensenada, B.C. 22800. ileana@faro.ens.uabc.mx

Ernesto Franco-Vizcaíno es investigador del Departamento de Ecología, CICESE y profesor adjunto en el Instituto de Ciencia y Política del Sistema Tierra de la Universidad Estatal de California, Monterey Bay. 100 Campus Center, Seaside, CA 93955. ernesto_franco@monterey.edu

Richard Minnich es profesor e investigador del Departamento de Ciencias de la Tierra de la Universidad de California, Riverside. Ha estudiado la ecología de incendios en Baja California durante muchos años. University of California, Department of Earth Sciences, Riverside, CA 92521. minnich@mail.ucr.edu

Reid Moran es Curador Emérito de botánica en el Museo de Historia Natural de San Diego y miembro de la Sociedad de Plantas Nativas de California. 2316 Valley West Drive, Santa Rosa, CA 95401

Tom Oberbauer trabaja en el Departamento de Planeación del Condado de San Diego y es un colaborador frecuente de *Fremontia*. 3437 Trumbull Street, San Diego, CA 92106

Celerino Montes es colaborador de Bosques de las Californias, Asociación Civil. Apartado Postal 175, Ensenada, B.C. 22800. cmontes@cicese.mx

Nonprofit Org.
U.S. Postage
PAID
Oakland, CA
Permit # 3729